

تقييم صلاحية صخور تكوين الفتحة الجبسية في طية خانوكة المحدبة لأغراض العزل الحراري/ شمالي العراق

وائل محمد خزعل¹ ، أ.م.د محمد راشد عبود²
1. موظف في وزارة التربية العراقية.
2. قسم علوم الأرض التطبيقية، كلية العلوم، جامعة تكريت.

المستخلص :

يهدف البحث إلى بيان صلاحية الصخور الجبسية في تكوين الفتحة / الطرف الجنوبي الغربي لطيبة خانوكة المحدبة في محافظة صلاح الدين للعزل الحراري. تضمن البحث جانبان (حقلي و مختبري)، الجانب الحقلي شمل استطلاع المنطقة وتحديد المحطة الامثل للنمذجة كما شمل الوصف الصخري والهندسي للصخور، اما المختبري فتضمن تهيئة النماذج الصخرية لإجراء فحوصات الايصالية الحرارية. اظهر العمل الحقلي ان الصخور الجبسية ذات لون ابيض، سميكة جداً، قليلة التجوية، تحتوي على مجموعتين من الفواصل (J1) والتي تكون المسافة بين فواصل هذه المجموعة تتراوح ما بين (0.5-0.8m)، و (J2) التي تكون المسافة بين فواصلها تتراوح ما بين (0.30-0.60m) ومن خصائص هذه المجاميع طبيعة سطحها تكون متوسطة التموج والمسافة بين سطحي الفاصل تتراوح ما بين (0.5-4cm) والمواد المألثة لها هي مواد طينية وامتدادها 15m تقريباً، اما سمك الطبقة فيصل الى 3m تقريباً، في حين بينت الفحوص المختبرية ان المقاومة الانضغاطية غير المحصورة تساوي 49.161 ميكا باسكال اي انها قوية باعتدال، وبين فحص الايصالية الحرارية في المختبر ان صخور الجبس ذات موصلية حرارية منخفضة (W/C) 0.6 وبذلك فإنه يمكن استخدامها كعوازل حرارية، كقواطع داخلية في البناء وذلك لأبعادها عن الظروف الجوية كونها لها قابلية عالية للاذابة في الماء.

كلمات مفتاحية: العزل الحراري، تكوين الفتحة، الصخور الجبسية، طية خانوكة، موصلية حرارية.

Assessment of the gypsum Fatha formation rocks in the Khanuqa anticline for thermal insulation purposes/Northern Iraq

Waeal Mohammed Khazel¹ and Assistant Professor Dr. Mohammed Rashid Abboud²

1. Employee at the Iraqi Ministry of Education

2. Department of Applied Earth Sciences, College of Science, Tikrit University.

Abstract :

The study aims to demonstrate the suitability of gypsum rocks in the Fatha Formation/southwestern end of the Khanuka anticline in Salah al-Din Governorate for thermal insulation. The study included two aspects (field and laboratory), the field aspect included surveying the area and determining the optimal station for modeling as well as the rock and engineering description of the rocks, while the laboratory aspect included preparing rock models to conduct thermal conductivity tests. The field study showed that the gypsum rocks are white in color, very thick, and have little weathering. They contain two groups of joints (J1), the distance between the joints of this group ranges between (0.5-0.8 m), and (J2), the distance between its joints ranges between (0.30-0.60 m). The characteristics of these groups are that their surface is moderately wavy, and the distance between the two joint surfaces ranges between (0.5-4 cm). The filling materials are clay materials and their extension is approximately 15 m. The thickness of the layer reaches approximately 3 m. Laboratory tests showed that the unconfined compressive strength is equal to 49.161 megapascals, meaning that it is moderately strong. The thermal conductivity test in the laboratory showed that the gypsum rocks have a low thermal conductivity ($^{\circ}$ W/C) of 0.6, and therefore they can be used as thermal insulators, as internal partitions in construction due to their distance from weather conditions, as they have a high solubility in water

Key words: Thermal insulation, fatha formation, gypsum rocks, Khanuqa .fold, thermal conductivity,

أولاً: مقدمة

حرارية للغلاف الخارجي للمبنى، وبينت الدراسة ان عزل السقف يساهم في تقليل عملية فقدان واكتساب الحرارة بنسبة تصل الى 68. كما قدم (وهب وآخرون، 2021) دراسة تهدف الى تحديد المواد ذات العزل الحراري الامثل من ناحية الراحة الحرارية واستهلاك الطاقة في دور السطح باستخدام برنامج المحاكاة البيئية Builder Design. حيث بينت الدراسة ان المواد (البولي سترين الميثوق، البولي سترين الممدد، البولي يوريثان و الخرسانة الرغوية) هي افضل المواد في العزل الحراري وتقديم الراحة الحرارية وان السمك الامثل للعوازل هو ما بين 4-6 سم. كما قدم (Saad, et al., 2024) دراسة عن اهمية العزل الحراري في هندسة البناء للمساكن المستخدمة في حالة الكوارث الطبيعية وبينت الدراسة الدور الحاسم للعزل الحراري في التخفيف من تأثير الكوارث الطبيعية على الاسكان من خلال تعزيز كفاءة الطاقة وخفض تكاليف التدفئة والتبريد وتحسين راحة وسلامة شاغلي المساكن. يعرف العزل الحراري بأنه عملية منع انتقال الحرارة كلياً أو جزئياً من مكان إلى آخر، مثل انتقال الحرارة من خارج المبنى إلى داخله في الصيف ومن داخله إلى خارجه في الشتاء، وذلك من خلال الاستفادة من خواص بعض المواد مثل التوصيل الحراري الضعيف وزيادة السعة الحرارية بالإضافة إلى خاصية الانعكاس. وتعرف الموصلية الحرارية بأنها كمية الحرارة التي تنتقل خلال وحدة مساحة لبناء متجانس ذي وحدة سمك عندما يكون الاختلاف بين درجتي حرارة السطحين درجة واحدة وتقاس بـ (ASTM) W/C (2004, 00 - C168) في الزمن وان انتقال الحرارة في الاجسام الصلبة يكون بالطرق الاتية (Van Vlack,

بعد أن شهد العراق نهضة عمرانية غير مسبوقة ونتيجة لذلك تزايد عدد المباني والمنشآت التي يتم بناؤها سنوياً مما يصاحبه زيادة في استهلاك الوقود لتوليد الطاقة الكهربائية اللازمة لتكييف هذه المباني أصبح من الضروري إيجاد أساليب وتقنيات حديثة تمنع الهدر في الاقتصاد الوطني كما تعمل على الاستفادة القصوى من الطاقة اللازمة للتكييف كما تعمل على توفير الطاقة المستخدمة في التدفئة والتبريد وتعمل على تقليل استهلاك الأجهزة وتكاليف صيانتها والضوضاء كما تحقق المتطلبات اللازمة للسكن الصحي والمريح وبعد الممارسة المستمرة في البناء تعرف الناس على خصائص المواد المستخدمة في البناء واستخدموها بأقصى قدر من الفعالية لتلبية احتياجاتهم حيث أن من أهم عيوب المباني الأسمنتية سوء سلوكها الحراري وتوصيلها وحل هذه المشاكل تم إيجاد أحد الحلول وهو العزل الحراري وذلك بإيجاد مواد طبيعية ذات توصيل حراري منخفض تحقق العزل الحراري (البجاري، 2013). إن استخدام المواد ذات التوصيل الحراري الضعيف في المباني من الوسائل الرئيسية التي تساهم في تقليل هدر الطاقة الحرارية المتبددة في البيئة الخارجية، لأن العوازل تعيق انتقال الحرارة من خلالها، ومن الأهداف التي يجب تحقيقها هو تقليل الطاقة (الدوري وآخرون، 1988). ولأهمية موضوع العزل الحراري فإن هناك العديد من الدراسات التي أجريت بخصوص هذا الموضوع، حيث قدم الباحثان (محمد ومنصور، 2018) دراسة تهدف الى ترشيد استهلاك الطاقة للمباني السكنية من خلال استخدام عوازل

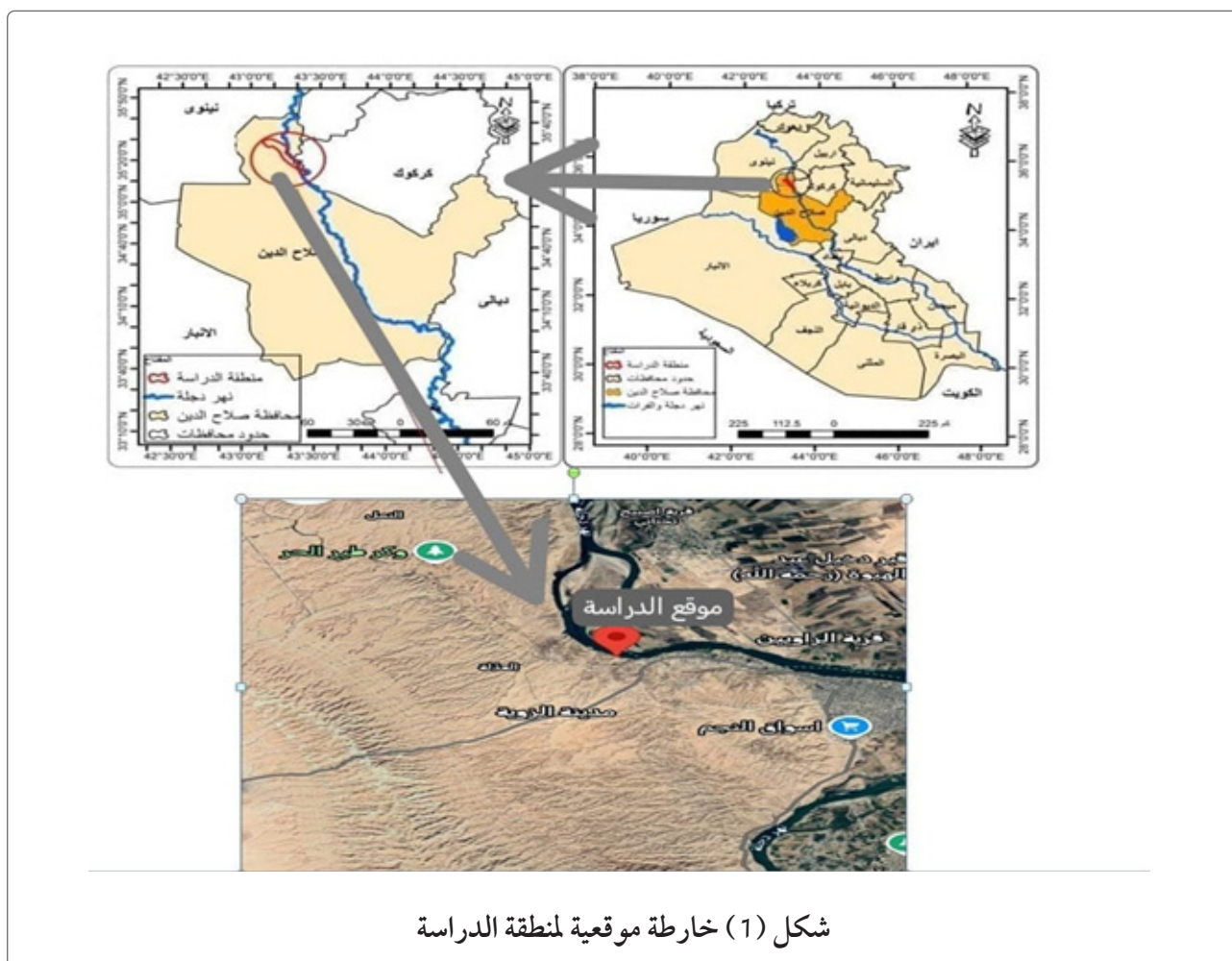
تحتوي في تركيبها على هياكل بلورية .
هدف البحث: تقييم صلاحية صخور الجبس
في منطقة الدراسة لغرض الاستعمال كعوازل
حرارية في البناء وفي تغليف الاجزاء الداخلية من
البناء.

موقع منطقة البحث

Location of research area :

تقع المنطقة ادارياً ضمن محافظة صلاح
الدين/ شمال العراق وعلى بعد 120 كم شمال
مدينة تكريت وتحديداً في الجناح الجنوبي الغربي
لطية خانوكة المحدبة وتحديداً تقع المحطة المختارة
ضمن الاحداثيات تشمل (3904680) وتشرق
(350752) شكل (1).

(1973) : تنتقل بواسطة الالكترونات الحرة الحركة
في المدارات الخارجية للذرات، فعند ارتفاع درجة
الحرارة في منطقة ما من المادة الصلبة تزداد الطاقة
الحركية للإلكترونات السحابة الالكترونية فتنتقل
الى المناطق المجاورة ناقلة اليها الطاقة ، ويتم هذا
الانتقال في المواد الموصلة للكهرباء اي الفلزات. كما
تنتقل باهتزاز الذرات ضمن البناء البلوري . ان
معظم المواد الصلبة تنتظم في بناء بلوري هندسي اذ
تأخذ كل ذرة موضعاً محدداً بالنسبة للذرات المحيطة
بها وتهتز حول نقطة وهمية في الفراغ ، في الحقيقة ان
الذرة محددة بالذرات المجاورة ، وهذا يعني ان أي
اثارة للذرة تؤدي الى اثارة للذرات المجاورة، ويتم
هذا النوع من انتقال الحرارة في المواد المتبلورة التي



شكل (1) خارطة موقعية لمنطقة الدراسة

ثانياً: جيولوجية المنطقة:

1-2 : تكتونية وتركيبة المنطقة

Tectonic and Structure of the study Area

تقع منطقة البحث في محافظة صلاح الدين ضمن نطاق الطيات الواطئة (Low Folded zone) التابع للرصيف غير المستقر (Unstable shelf) بحسب التقسيمات التكتونية للعراق (Buday and Jassim, 1984). تمتد طية الخانوكة المحدبة باتجاه شمال غرب - جنوب شرق ، وتم تصنيف هذه الطية بأنها طية محدبة ثنائية الغطس شبه متائلة وتفصلها عن طية مكحول الموازية لها طية مقعرة متمثلة بوادي يسمى (وادي الجفر)، وهي واسعه في المنتصف وضيقة عند غاطسيها (Fouad, 2002)، كما صنفت (درويش، 2010) طية الخانوكة على انها طية مفتوحة (Gentle Fold) حسب تصنيف (Fleuty, 1964). وتعد هذه الطية حالها حال بقية الطيات في المنطقة ناتجة عن الطور الثاني للحركة الابلية في عصر البلايوسين (Dewey etal, 1973).

2-2 : جيومورفولوجية منطقة البحث

Geomorphology of The research area

تميزت منطقة البحث بوجود بعض الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بوضعها التركيبي والجيولوجي فضلاً عن حدوث عمليات التعرية والتجوية (العاني، 1997)، وهناك عدة عوامل مختلفة تؤدي الى تكوين هذه الظواهر، منها ظواهر تعريوية ناتجة من عمليات تآكل الصخور منها الترسبات المفتتة والتموجات الارضية، أو ظواهر نهريية الاصل اي تتكون بفعل عملية الترسيب النهري الذي يمتد على طول مجرى الانهار وكذلك الوديان التي تتكون من عمليات التعرية، أو ظواهر تركيبية الاصل وهي تتمثل بعوامل جيومورفولوجية تؤدي

الى حركة الكتل الصخرية (الجبوري، 2005)، كما تمتاز منطقة الدراسة بوجود وديان مضريبه والتي تمتاز بامتدادها بموازاة مضرب الطية (شمال غرب - جنوب شرق) وتتميز بانخفاضها النسبي الناتج من تعرية الطبقات الضعيفة في تكوين الفتحة ، وكذلك توجد وديان مستعرضة اي عمودية على مضرب الطية. وان طية خانوكة المحدبة ووادي الجفر من ضمن الاشكال الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة .

3-2 : طباقية منطقة البحث Stratigraphy of

The research Area

شملت دراسة الطباقية لمنطقة البحث الطبقات المنكشفة على سطح الارض فقط، حيث تظهر في المنطقة مكاشف لتكوين الفتحة الذي يعود عمره الى المايوسين الاوسط (Middle miocene)، ومكاشف لتكوين انجانة الذي يعود عمره الى المايوسين المتأخر (Late Miocene)، وكذلك الترسبات الحديثة التي تعود الى العصر الرباعي (Quaternary)، وسوف يتم التطرق لتكوين الفتحة لكون محطة الدراسة تقع ضمن هذا التكوين :

تكوين الفتحة

Fatha Formation (Middle Miocene)

يظهر هذا التكوين على شكل مكاشف صخرية عديدة في منطقة البحث ويتكون من دورات رسوبية متناوبة حيث تتعاقب فيه طبقات سميكة من الجبس مع حجر المارل والحجر الجيري المارلي والحجر الجيري وطبقات من المارل، وعمر هذا التكوين هو المايوسين الاوسط (Bellen etal, 1959)، اتفق معظم الباحثين ومن بينهم (Buday, 1980)، ان هذا التكوين ترسب في احواض شاطئية ضحلة عالية الملوحة، ولذلك يتميز بندرة احتواءه على الاحافير التي قد تتمثل بصورة رئيسية من

- 1- تحديد احداثيات المحطة باستخدام جهاز (GPS) وبوحدات (UTM) .
- 2- تحديد وضعية المنحدر والطبقات والفواصل باستخدام البوصلة الجيولوجية كاتجاه الميل وقيمة الميل. صورة (1).
- 3- قياس سمك الطبقة.
- 4- جمع نماذج صخرية ممثلة لمحطة الدراسة لإجراء الفحوصات المختبرية .
- 5- التقاط الصور الفوتوغرافية لتوثيق عملية النمذجة .

حيث بينت المعلومات اعلاه انَّ المحطة تقع ضمن احداثيات تشمل (3904680) وتشريق (350752) بوحدات الـ (UTM)، وان وضعية كل من المنحدر والطبقة والفواصل (J1&J2) هي (060/90 ، 320/88 ، 200/10 ، 030/90) على التوالي، كما انَّ سمك الطبقة يصل إلى 3m، تم اختيار هذه المحطة لكون سمك طبقات الجبس عالي ويمكن استغلالها للأغراض الهندسية وبكميات كبيرة، و الصورة (2) تبين منطقة الدراسة.

المنخرات الدقيقة والاستراكودا والموجودة في الصخور الجيرية .

ثالثاً - طرائق البحث **Method of Research** وتشمل ما يلي :

مرحلة جمع البيانات Data Collecting Stage: تتضمن هذه المرحلة جمع المعلومات عن منطقة البحث من خلال الاطلاع وقراءة العديد من التقارير والرسائل والبحوث لتقييم صلاحية الصخور للعزل الحراري والتي تتعلق بمنطقه البحث والاستفادة منها خلال العمل الحقلية . كذلك تم جمع المرئيات والصور المتعلقة بمنطقة البحث للحصول على معلومات عن جيولوجية المنطقة .

مرحلة العمل الحقلية Field Work Stage

تم اجراء هذه المرحلة في يوم (29/7/2024)، حيث تم في البداية اجراء جولة استطلاعية للمنطقة وتم تحديد المحطة لغرض البحث وكذلك التعرف على تركيبية وطباقية وجيومورفولوجية المنطقة، وبعد ذلك تم اخذ المعلومات المطلوبة لكل محطة من احداثيات ووضعية المنحدر والطبقة والفواصل، وكما يأتي:



صورة (1) توضح قياس وضعيات مستوى التطبيق



الصورة (2) توضح محطة منطقة البحث

رابعاً - المواد وطرق العمل :

يسجل درجة حرارة السطح الاخر للنموذج ، بين هاتين الاسطوانتين يوضع النموذج الذي يكون اسطوانتي الشكل بطول 3 سم وقطر 2.95 سم ، بداخل قرص من المادة العازلة التفلون لمنع تشتت الحرارة ، صورة (6). تمت التجربة على ثلاث مراحل في كل مرحلة يتم زيادة القدرة المجهزة (احمد، 2001)، وكل مرحلة استمرت ساعتين تقريباً لحين استقرار القراءات، حيث تم تجهيز المسخن بقدرة كهربائية مقدارها (2.5 w) بواسطة جهاز قياس القدرة والتيار وبعدها أُخذَ قياس درجة الحرارة بواسطة جهاز قياس درجة الحرارة، صورة (7) ، لكل من الجزء قبل النموذج والذي يمثل السطح الخارجي المعرض لحرارة الجو، وللنموذج وللجزء الواقع بعد النموذج والذي يمثل السطح الداخلي للبناء، استمرت عملية اخذ القراءات لحين ثبات درجة الحرارة ثم سجلت هذه

تضمنت هذه المرحلة فحص المقاومة الانضغاطية غير المحصورة للنموذج بواسطة جهاز فحص النقطة (Point load test) حسب (Brook, 1985; ISRM, 1985) والتي اظهرت النتائج بانها مساوية ل 49.161 اي انها قوية باعتدال كما تم تهيئة وتحضير نموذج من المحطة الاولى على شكل اسطوانة بأبعاد (الطول 3cm، والقطر 2.9cm) صورة (5) ، لصخور الجبس لغرض فحص الايصالية الحرارية لإيجاد العزل الحراري، حيث تم هذا الفحص بواسطة جهاز الموصلية الحرارية، صورة (3) وهذا الجهاز يتكون من جزئين، الاول هو عبارة عن جهاز يتحكم بالقدرة والتيار، صورة (4)، أما الثاني فهو عبارة عن اسطوانتين، صورة (5)، الاولى تحتوي على مسخن يسلط الحرارة على احد اسطح النموذج ، والثانية تحتوي على حساس

السابقة وبعدها سجلت القراءات الناتجة في جدول (2) ، وبعدها يتم مقارنتها مع بيانات جدول (1) الذي يوضح معاملات التوصيل الحراري لبعض المواد (ASTM- C,1057-03, 2010) .

القراءة النهائية في جدول (2) ، ثم تمت زيادة القدرة الى (w 5.4) وتمت اعادة نفس الخطوات السابقة وبعدها سجلت القراءات جدول (2) وبعدها تم زيادة القدرة الى (w 7.0) وأعيدت نفس الخطوات



صورة (3) توضح الجهاز المستخدم بجميع اجزائه



صورة (4) جهاز التحكم بالقدرة والتيار



صورة (5) جهاز المسخن الكهربائي



صورة (6) توضيح النموذج المهيئة للفحص



صورة (7) جهاز قياس درجة الحرارة

جدول (1) يوضح بعض معاملات التوصيل الحراري لبعض المواد عند (23 م°) حسب (ASTM C 1057-92)

NO.	Material	Density (gm/cm ³)	Thermal Conductivity (W/mC)
1	Steel	7.80	45.2
2	Concrete	2.27	2.43
3	Porcelain	2.20	1.21
4	Stone	2.3	0.92
5	Brick	1.70	0.63
6	Plastics	1.28	0.25
7	Wood	0.66	0.13
8	Fiber glass	0.10	0.046

النتائج والمناقشة

الحرارة على جانبي العينة عن طريق تغيير القدرة (7.0, 5.4, 2.5 w) كما مبينة في جدول (2)، وقد تم حساب معامل الايصالية الحرارية للعينة من خلال المعادلة رقم (1) (احمد، 2001) و (جاسم،

إن النتائج التي تم الحصول عليها من التجربة العملية والتي تهدف إلى قياس الموصلية الحرارية لصخور الجبس من خلال تغيير فرق درجات

(2009). والتائج موضحة في الجدول رقم (2) :

$$A=r^2 \times \pi = 6.83 \text{ cm}^2$$

ΔT = الفرق درجة الحرارة بين السطح المعرض
للحرارة والسطح المستلم للحرارة .
 ΔX = سمك النموذج ويساوي 3cm .
القدرة = Q .

$$K = \frac{Q}{A \times \Delta T / \Delta X} \dots \dots \dots (1)$$

حيث أنّ :

K = الموصلية الحرارية

A = المساحة المعرضة للحرارة والتي تساوي

جدول (2) يوضح نتائج العزل الحراري لصخور الجبس للمحطة المختارة

K الموصلية الحرارية (W/C)	التغير في درجة الحرارة بين السطحين الاول والثاني (C°)	T-After درجة حرارة السطح الثاني للمنموذج (C°)	T-Simple درجة حرارة السطح الاول للمنموذج (C°)	T-Heater درجة حرارة المسخن (C°)	القدرة Q (W)
0.610	1.8	32.2	34.0	37.2	2.5
0.641	3.7	33.2	36.9	40.8	5.4
0.683	4.5	35.1	39.6	43.5	7.0

المصادر العربية:

- البجاري، اسامة محمد عبدالله (2013) دراسة صلاحية صخور الحجر الجيري وصخور الجبس لتكوين الفتحة في طية حميرين الشمالي / شمال العراق لاغراض البناء والعزل الحراري - الدوري، محمد عبدالله وحسين، عاطف علي وقي، ريماء وجاسم، رحيم كاظم، 1988 : الخواص الحرارية للمواد البنائية المحلية في العراق، قسم العمارة والبيئة، مركز بحوث البناء، مجلس البحث العلمي، بغداد، العراق ..

- العاني، أحمد عبدالله رمضان. (1997) “ الاستثمار الأمثل للمياه الجوفية لحوض الفتحة - سامراء ” رسالة ماجستير في علوم الأرض ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ..

الاستنتاجات

ان الموصلية الحرارية تدل كفاءة العزل الحراري، حيث كلما ازدادت الموصلية قلت كفاءة العزل الحراري وبالعكس. اظهرت قيم الموصلية الحرارية لصخور الجبس الواقعة ضمن منطقة البحث بأنها تقع ضمن مديات المواصفة (ASTM C 1057-92)، (1998)، جدول (1)، لذا يمكن استخدام صخور الجبس قيد الدراسة عوازل حرارية.

التوصيات

نظراً لقابلية صخور الجبس الكبيرة على الذوبان عند تعرضها للماء فإنها لا تصلح كعوازل خارجية للمباني، بالتالي يمكن استخدامها كجدران تحشية داخلية.

المصادر الأجنبية:

Van vank, L.H., 1973: Material Science for Engineers, Adison-Wisley Pub. P. 195, 288.

- **Buday, T. and Jassim, S.Z, (1984)**, (Final report and the regional geological survey of Iraq unpnbl. Report S.O.M. Library, Vol. 2 Tectonic Frame Work.

-**Fouad, S.F., (2002)**, Detailed Geological Survey of Khanuga area, Geosurv, Baghdad, Iraq, internal report, 132 p.

Fluety, M.J. (1964) The Description of Folds. Proceedings of the Geologist' Association, 75, 461-492. [http://dx.doi.org/10.1016/S0016-7878\(64\)80023-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0016-7878(64)80023-7) .

- **Dewey, J.F., Pitamn, W.C., Byan, W.B.F And Bonnin, J.,(1973)**, "Plate Tectonic and The Evolution Of The Alpine System". Am. Bull, 84p.

Bellen,R.C.Van,Dunnington,H.V.,Wetzel,R.andMorton,D.,1959.Lexique Stratigraphique Internal,0310 Asie (Iraq),333p. Reprinted electronically and on paper by Gulf Petrolink in 2005, by permission of CNRS Editions,France

-**Buday, T., 1980:** The Regional geology of Iraq .Stratigraphy and Paleogeography .Dar Al-Kutib Publishing house, University of mosul, Mosul, Iraq,445p

-**ASTM C 168 – 00, 2004**, Standrard Terminology Relating to Thermal Insulation 1

-**ASTM C 1057 – 03,(2010)**, Standard Practice for Determination of Skin Contact Temperature from Heated Surface Using A

- الجبوري، دلي خلف حميد، (2005)، حوض وادي الفضا في المنطقة المتموجة من العراق، رسالة ماجستير (غير منشوره)، كلية التربية، جامعة تكريت ص 130.

- احمد، احمد حسن، (2001)، ايجاد مواد عازلة لجدران وسقوف المخازن المبردة باستخدام بدائل محلية . رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة تكريت، كلية الهندسة / قسم الهندسة المدنية 80 صفحة

- جاسم، عطا الله حسين، (2009)، دراسة عملية لحساب معامل التوصيل الحراري لمادة الكونكريت الممزوج بالستايروبور، مجلة تكريت للعلوم الهندسية، مجلد- 16، عدد- (4) 2009 ..
- محمد، محمود عطية و منصور، سماح صبحي، 2018: العزل الحراري كأداة لترشيد استهلاك الطاقة دراسة لترشيد استهلاك الطاقة بالمباني السكنية للمناطق الحارة الجافه، قسم الهندسة المعمارية، معهد أكتوبر العالي للهندسة والتكنولوجيا، مدينة 6 أكتوبر، مصر

ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ) Vol. 1, No. 50 October 2021, pp.197-211 Journal Homepage: erj.bu.edu.eg

Mathematical Model and Thermesthesiometer 1

-ASTM C 1057 – 92,1998, Standard Practice for Determination of Skin Contact Temperature from Heated Surfaces Using A Mathematical Model and Thermesthesiometer 1.

-Mohamed Saleh R Saad, Abdulrazag M Mousa Elmahoub, Samer S Ibrahim, 2024: Thermal insulation in buildings for evacuation in the event of natural disasters in the Green Mountain region. (2024). Derna Academy Journal for Applied Sciences, 2(2), 132-145. <https://dp.lad.edu.ly/journals/index.php/dajas/article/view/42>

-Brook, N.,1985.The equivalent core diameter method of size and shape correction in point load testing. Int. J. Rock Mech. Min. Sci.& Geomech. .Abstr. Vol.22, pp.61-70

-ISRM, 1985. Suggested method for determining point load strength. ISRM Commission on Testing Methods, Working Group on Revision of the Point Load Test Method. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., Vol.22, pp.51-60.